نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد ۱۱، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۸، ص. ۱۶۳-۱۵۱

Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 11, No. 2, Summer 2019, p. 151-163

اثر منابع آلی و معدنی مکمل روی بر عملکرد و برخی فراسنجه های خون در بره های پرواری

رضا علیمحمدی[۱] - حسن علی عربی[۲]*

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۸/۱۳
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۳/۰۵

چکیده

آزمایشی به منظور بررسی اثر منابع مختلف مکمل‌های آلی و معدنی روی بر عملکرد رشد، فراسنجه‌های هماتولوژی، پروفیل مواد معدنی و لیپیدی خون در بره‌های پرواری به صورت طرح کاملاً تصادفی انجام شد. تعداد ۳۰ رأس بره نر با سن ۵-۴ ماه و میانگین وزن بدن ۲/۸ ± ۳۰/۸، به طور تصادفی به ۵ گروه تقسیم شدند. تیمارها شامل: ۱- جیره غذایی پایه بدون مکمل روی (حاوی ۱۹/۷۲ میلی‌گرم روی در کیلوگرم ماده خشک)؛ ۲- جیره پایه بعلاوه ۳۰ میلی‌گرم روی به ازاء هر کیلوگرم ماده خشک به شکل روی متیونین؛ ۳- جیره پایه بعلاوه ۳۰ میلی‌گرم روی به ازاء هر کیلوگرم ماده خشک به شکل روی پروتئینات؛ ۴- جیره پایه بعلاوه ۳۰ میلی‌گرم روی به ازاء هر کیلوگرم ماده خشک به شکل روی گلایسینات و ۵- جیره پایه بعلاوه ۳۰ میلی‌گرم روی به ازاء هر کیلوگرم ماده خشک به شکل روی سولفات بودند. این آزمایش ۷۰ روز به طول انجامید. میزان ماده خشک مصرفی روزانه، افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل خوراک تعیین گردید. میانگین افزایش وزن روزانه و ماده خشک مصرفی برای همه گروه‌های تغذیه شده با مکمل روی بالاتر از گروه شاهد بود و ضریب تبدیل نیز بهبود پیدا کرد. علاوه بر این، فراسنجه‌های خونی در روزهای صفر، ۳۵ و ۷۰ آزمایش مورد ارزیابی قرار گرفت. غلظت روی و هموگلوبین و تعداد گلبول‌های قرمز و سفید خون با افزودن روی به جیره بطور معنی‌داری افزایش یافت، اما در بین تیمارهای دریافت کننده مکمل اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. غلظت آهن پلاسما به طور معنی‌داری در بره‌های دریافت کننده سولفات روی نسبت به گروه شاهد کاهش یافت. در بین تیمارها از نظر غلظت پلاسمایی مس، کلسیم، فسفر، تری-گلیسیرید، کلسترول و لیپوپروتئین‌ها (شامل HDL، LDL و VLDL) اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که استفاده از مقدار ۳۰ میلی‌گرم روی در کیلوگرم ماده خشک از منابع روی متیونین، روی پروتئینات، روی گلایسینات و روی سولفات سبب بهبود عملکرد رشد، میزان روی پلاسما و فراسنجه‌های هماتولوژی در بره‌های پرواری تغذیه شده با جیره پایه حاوی ۱۹/۷۲ میلی‌گرم روی در کیلوگرم ماده خشک شد.

واژه های کلیدی: بره، روی پروتئینات، روی سولفات، روی گلایسینات، روی متیونین.

مقدمه

همگام با بهبود پتانسیل تولید در دام و طیور، تامین مقدار مورد نیاز مواد معدنی به منظور رسیدن به بهینه عملکردهای متابولیکی از جمله رشد، تولیدمثل و پاسخ به چالش‌های پاتوژنیک از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشد. این امر به ویژه در سال‌های اخیر، کانون توجه بسیاری از محققین این حوزه، تولیدکنندگان، کارخانجات تولید خوراک دام و دامپزشکان قرار گرفته است. روی (Zn) از مهمترین عناصر کم مصرف بوده که تاکنون به عنوان ترکیب کلیدی در بیش از ۳۰۰ متالوآنزیم شناخته شده است (۳۰). همچنین عملکرد بهینه بسیاری از سیستم‌های آنزیمی از قبیل کربنیک‌انهیدراز، لاکتات‌دهیدروژناز، گلوتامات‌دهیدروژناز، آلکالین‌فسفاتاز و تیمیدین‌کیناز وابسته به عنصر روی می‌باشد و این عنصر برای متابولیسم اسیدهای نوکلئیک، پروتئین‌ها، لیپیدها و کربوهیدرات‌ها ضروری است (۲۴). مشخص شده است که توسعه جنین و رشد، استحکام غشای گلبول‌های قرمز، تولید و فعالیت گلبول‌های سفید به ویژه لنفوسیت‌های T، وابسته به حضور مقدار کافی عنصر روی در خوراک می‌باشد (۱۷ و ۴۱). انجمن ملی تحقیقات (۲۶ و ۲۷) سطح حدود ۳۰ میلی‌گرم روی در کیلوگرم ماده خشک جیره را برای بره‌های در حال رشد و میش توصیه کرده است. با این حال عامل مهم تعیین کننده نیاز، وضعیت خاک و غلظت روی در گیاهان آن منطقه می‌باشد (۴۱). مقدار روی در خاک‌های سطحی ایران بطور معمول کمتر از ۰/۸ میلی‌گرم در کیلوگرم می‌باشد و گیاهانی که در این خاک‌ها رشد کرده و به عنوان خوراک دام مصرف

۱- دانش آموخته دکتری تغذیه نشخوارکنندگان، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا همدان، ایران.
۲ - دانشیار تغذیه دام، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا همدان، ایران.
(*-ایمیل نویسنده مسئول: h_aliarabi@yahoo.com)
DOI: 10.22067/ijasr.v11i2.68412

می‌شوند مواجه با کمبود این عنصر می‌باشند (۲) که این امر می‌تواند با کاهش اشتها (۴۱) و به دنبال آن کاهش دریافت سایر مواد مغذی و کاهش رشد همراه شود. در این راستا گزارشاتی مبنی بر بهبود عملکرد (خوراک مصرفی، اضافه وزن و ضریب تبدیل) بره‌های در حال رشد با مکمل نمودن مقادیر بالاتر از توصیه انجمن ملی تحقیقات (۲۰ و ۴۰ میلی‌گرم در کیلوگرم علاوه بر جیره پایه حاوی حدود ۲۳ میلی‌گرم در کیلوگرم روی) وجود دارد (۱۰ و ۲۲).

امروزه گرایش به استفاده از منابع آلی مکمل‌های معدنی افزایش یافته است که از آن جمله می‌توان به کمپلکس‌ها، کیلات‌ها و پروتئینات‌ها اشاره نمود. در این ترکیبات، ماده معدنی به یک لیگاند آلی مانند یک اسیدآمینه، پلی‌ساکارید یا اسیدآلی متصل می‌شود (۴). به نظر می‌رسد که مزیت استفاده از مکمل‌های آلی در مقایسه با مکمل‌های معدنی، زیست فراهمی بالاتر است که می‌تواند ناشی از کاهش احتمال نامحلول شدن آنها در دستگاه گوارش، کاهش بروز اثرات آنتاگونیستی با سایر مواد معدنی، پایداری بیشتر آنها در برابر pH پایین معده و جذب از مسیری علاوه بر مسیر معمول جذب مواد معدنی باشد (۳۷). با این حال نتایج بدست آمده از مقایسه زیست فراهمی منابع آلی و معدنی در مورد عنصر روی در نشخوارکنندگان متفاوت بوده (۳۵، ۳۶ و ۳۹) و به همین دلیل گزارشات متناقضی از اثر مکمل نمودن این عنصر بر شاخص‌هایی مانند عملکرد (۱۰، ۱۱ و ۴۳)، غلظت روی خون و اثر متقابل آن با سایر عناصر در پلاسما (۱۰، ۱۱ و ۳۲) و فراسنجه‌های هماتولوژی (۱) بدست آمده است. دلیل مهم احتمالی را می‌توان به سطح روی در جیره پایه‌ی دام‌های مناطق مختلف و نوع و مقدار مکمل استفاده شده نسبت داد. ضمن اینکه تحقیقات اندکی به بررسی اثر روی بر فراسنجه‌های لیپیدی خون در نشخوارکنندگان پرداخته‌اند (۳۴). بنابراین تحقیق حاضر با هدف مقایسه اثر مکمل نمودن مقدار ۳۰ میلی‌گرم در کیلوگرم روی از سه منبع آلیِ متداول این عنصر (روی متیونین، روی پروتئینات و روی گلیسینات) با منبع معدنی (سولفات روی) بر عملکرد، فراسنجه‌های هماتولوژی و پروفیل مواد معدنی خون در بره‌های نر در حال رشد به انجام رسید.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در ایستگاه تحقیقات دامپروری گروه علوم دامی دانشگاه بوعلی‌سینا همدان انجام شد. بدین منظور تعداد ۳۰ رأس بره نر نژاد مهربان با سن ۵-۴ ماه و میانگین وزن بدن ۲/۸ ± ۳۰/۸ کیلوگرم به مدت ۷۰ روز در جایگاه انفرادی قرار گرفتند. جایگاه نگهداری، قبل از قرار گرفتن دام‌ها، ابتدا تمیز و سپس با شعله افکن ضدعفونی شد. جیره پایه شامل یونجه (۳۵ درصد)، دانه جو (۵۷ درصد)، سبوس گندم (۵ درصد) و سویا (۳ درصد) بود که با توجه به جداول نیازهای غذایی انجمن ملی تحقیقات (۲۷) تنظیم و کلیه نیاز های دام به جز عنصر روی تأمین شد. به منظور افزودن روی به جیره از روی متیونین (۱۸ درصد روی)، روی پروتئینات (۱۵ درصد روی) تهیه شده از شرکت وتاک (وتاک، تهران)، روی گلایسینات (۱۸ درصد روی) تهیه شده از شرکت لالوک (لالوک، تهران) و نمک سولفات روی تهیه شده از شرکت مرک (مرک، آلمان) استفاده شد. به منظور اطمینان، غلظت روی در مکمل های مختلف اندازه‌گیری شد. جهت عادت پذیری به محیط و جیره جدید در یک دوره ۱۴ روزه با جیره پایه بدون مکمل روی تغذیه شدند. بره‌ها با شروع دوره اصلی توزین شده تا وزن اولیه آن‌ها بدست آید. سپس به طور تصادفی به ۵ گروه تقسیم (هر تیمار شامل ۶ بره) و بصورت انفرادی و با دسترسی آزاد به خوراک و آب تغذیه شدند. تیمارها شامل: ۱- جیره غذایی پایه بدون مکمل روی (شاهد)؛ ۲- جیره شاهد به همراه مقدار ۳۰ میلی‌گرم روی به ازاء هر کیلوگرم ماده خشک خوراک به شکل روی متیونین؛ ۳- جیره شاهد به همراه مقدار ۳۰ میلی‌گرم روی به ازاء هر کیلوگرم ماده خشک خوراک به شکل روی پروتئینات؛ ۴- جیره شاهد به همراه مقدار ۳۰ میلی‌گرم روی به ازاء هر کیلوگرم ماده خشک خوراک به شکل روی گلایسینات و ۵- جیره شاهد به همراه مقدار ۳۰ میلی‌گرم روی به ازاء هر کیلوگرم ماده خشک خوراک به شکل روی سولفات بود. جیره غذایی به صورت آزاد و در دو نوبت (۸ صبح و ۱۷ عصر) در اختیار بره‌ها قرار گرفت. از سبوس گندم و سویا نیز به عنوان حامل مکمل‌ها استفاده گردید که با شروع دوره اصلی، قبل از نوبت غذایی صبح و به همراه بخشی از کنستانتره در اختیار بره‌ها قرار گرفت.

به منظور بررسی تغییرات وزن زنده، بره‌ها در ابتدای آزمایش و در روزهای ۱۴، ۲۸، ۴۲، ۵۶ و ۷۰ با اعمال محدودیت ۱۲ تا ۱۴ ساعته از خوراک و آب، وزن‌کشی شدند. همچنین جهت تعیین مقدار خالص مصرف ماده خشک، خوراک داده شده (۱۰ درصد بیشتر از خوراک خالص مصرف شده در روز قبل) و پسمانده آن برای هر حیوان به صورت روزانه اندازه‌گیری شد. جهت تعیین ترکیب شیمیایی نمونه‌های خوراک (ماده خشک، پروتئین خام، خاکستر و ماده آلی) از روش‌های AOAC (۳) استفاده شد. فیبر نامحلول در شوینده اسیدی و فیبر نامحلول در شوینده خنثی نیز به روش ون‌سوست و همکاران (۱۰) تعیین شد. همچنین جهت اندازه‌گیری غلظت روی در مکمل‌های آلی و خوراک، و غلظت روی، مس و آهن در نمونه‌های خوراک از روش هضم خشک (۴۷) استفاده شد.

جدول ۱- اجزاء و ترکیب شیمیایی مواد خوراکی و جیره پایه

Table 1- Ingredients and nutrient composition of the basal diet

مواد مغذی Nutrients	اجزای خوراک Feedstuff یونجه (۳۵٪) Alfalfa hay (27%)	دانه جو (۵۷٪) Barley grain (57%)	سبوس گندم (۵٪) Wheat bran (5%)	کنجاله سویا (۳٪) Soy meal (3%)	جیره پایه Basal diet
ماده خشک Dry Matter (%)	90.07	91.96	88.80	91.76	91.13
ماده آلی Organic Matter (%)	91.70	91.40	93.10	93.41	91.65
پروتئین خام Crude Protein (%)	14.51	11.33	15.92	41.94	13.59
انرژی قابل متابولیسم[1] ME[1] (Mcal/kg)	2.10	3.00	2.50	3.00	2.66
فیبر نامحلول در شوینده خنثی NDF (%)	51.40	22.70	55.40	30.62	34.62
فیبر نامحلول در شوینده اسیدی ADF (%)	29.90	11.80	13.13	8.83	18.11
کلسیم Ca (%)	1.71	0.08	0.13	0.31	0.65
فسفر P (%)	0.25	0.33	0.75	0.60	0.33
روی Zn (Mg/kg DM)	18.06	16.30	52.12	50.09	19.72
مس Cu (Mg/kg DM)	9.50	6.10	12.28	17.22	7.93
آهن Fe (Mg/kg DM)	372.60	94.55	140.62	181.60	196.80

[1] انرژی قابل متابولیسم با استفاده از جدول نیازهای غذایی انجمن تحقیقات ملی (۲۰۰۷) محاسبه گردید

[1]Metabolizable Energy was calculated based on NRC (2007).

به منظور بررسی فراسنجه‌های خونی، در روزهای صفر، ۳۵ و ۷۰ قبل از نوبت غذایی صبح و با اعمال محدودیت غذایی ۱۲ تا ۱۴ ساعته از طریق ورید وداج از تمام بره‌ها خونگیری بعمل آمد. نمونه‌های خون مربوط به هر دام در هر روز در ۲ لوله آزمایش مجزا جمع‌آوری شدند. یک لوله حاوی هپارین برای استخراج پلاسما و یک لوله بدون ماده ضد انعقاد برای استخراج سرم بود. نمونه‌های خون جمع‌آوری شده، به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ شده (rpm ۳۰۰۰) و پلاسما یا سرم آن‌ها جدا گردید. نمونه‌ها تا زمان اندازه‌گیری فاکتورهای خونی در دمای منفی ۲۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. از نمونه‌های پلاسما به منظور اندازه‌گیری غلظت عناصر روی، مس و آهن استفاده گردید. این در حالی است که غلظت فراسنجه‌های لیپیدی، کلسیم و فسفر در نمونه های سرم، اندازه گیری شد. به منظور اندازه‌گیری فراسنجه‌های هماتولوژی (تعداد گلبول‌های سفید، تعداد گلبول‌های قرمز، هماتوکریت و غلظت هموگلوبین)، مقدار ۲ میلی‌لیتر از خون گرفته شده در روزهای صفر، ۳۵ و ۷۰ آزمایش در لوله مخصوص حاوی هپارین ریخته و بلافاصله به آزمایشگاه تشخیص پزشکی ارسال و با دستگاه سلول‌شمار اتوماتیک (Sysmex مدل KX – 21 N) آنالیز شد. غلظت روی، آهن و مس پلاسما بعد از هضم طبق روش ریمباچ و همکاران (۲۹)، توسط دستگاه جذب اتمی (مدل Variant spectrAA220) تعیین شد. غلظت سرمی کلسیم، فسفر، تری‌گلیسرید، HDL، LDL، VLDL و کلسترول توسط کیت‌های ساخت شرکت پارس آزمون مطابق با دستورالعمل سازنده کیت و با دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل Varincary 100) اندازه‌گیری شد. تجزیه داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (۳۳) با استفاده از

رویه GLM صورت گرفت. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن با سطح احتمال خطای آلفا برابر با ۰/۰۵ انجام شد.

برای صفاتی مثل وزن اولیه، وزن پایانی، افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل از مدل آماری زیر استفاده شد. ضمن اینکه وزن ابتدایی بره‌ها در شروع آزمایش در آنالیز وزن نهایی و افزایش وزن روزانه به عنوان کوواریت در نظرگرفته شد، اما با توجه به عدم معنی‌داری در مدل استفاده نشد.

$$Y_{ij}= \mu+T_i + Bx_{ij} + e_{ij}$$

Y_{ij}: مقدار هر مشاهده؛ μ: اثر ثابت میانگین کل؛ Ti: اثر ثابت تیمار؛ Bx_{ij}: ضریب ثابت؛ e_{ij}: اثر تصادفی خطای آزمایشی.

صفات مربوط به فراسنجه‌های هماتولوژی، غلظت عناصر روی، آهن، مس، کلسیم و فسفر، و فراسنجه‌های لیپیدی در چارچوب طرح کاملاً تصادفی به صورت تکرار در زمان طبق مدل ذیل تجزیه آماری شد که در آن فاکتور اصلی تیمار و فاکتور فرعی زمان بود.

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + AB_{ij}+ Ea_{i.k}+ Eb_{ijk}$$

Y_{ijk}: مشاهده مربوط به تیمار i و زمان اندازه‌گیری j در تکرار kام ؛ μ: اثر ثابت میانگین کل؛ A_i: اثر ثابت تیمار i؛ B_j: اثر ثابت زمان اندازه‌گیری (روز صفر، ۳۵ و ۷۰) j ؛ AB_{ij}: اثر ثابت برهم‌کنش تیمار i و زمان اندازه‌گیری j : $Ea_{i.k}$: اشتباه اصلی (شامل دام در داخل تیمار)؛ Eb_{ijk}: اشتباه فرعی (اثرات باقیمانده مدل).

نتایج و بحث

نتایج مربوط به عملکرد بره‌ها در تیمارهای مختلف در جدول ۲ ارائه شده است. با وجود عدم تفاوت آماری معنی‌دار بین گروه‌ها در وزن ابتدایی، افزایش وزن روزانه و مصرف ماده خشک در هر چهار گروه از بره‌های دریافت کننده مکمل روی نسبت به گروه شاهد بیشتر بود ($P<0/05$). ضریب تبدیل نیز در تمامی گروه‌های مکمل شده با روی بهبود پیدا کرد ($P<0/05$). این در حالی است که علیرغم بیشتر بودن وزن نهایی در همه تیمارهای مکمل شده با روی، تنها وزن نهایی در گروه‌های دریافت کننده روی متیونین و روی پروتئینات نسبت به گروه شاهد روند معنی‌داری داشت ($P<0/10$). از لحاظ صفات عملکردی ذکر شده، تفاوت معنی‌داری بین بره‌های دریافت کننده انواع مکمل مشاهده نشد.

در تحقیق حاضر بره‌های مصرف کننده جیره پایه (حاوی مقدار ۱۹/۷۲ میلی‌گرم در کیلوگرم روی) اضافه وزن روزانه کمتری نسبت به گروه‌های تغذیه شده با مکمل روی داشتند و به نظر می‌رسد مقدار روی موجود در جیره پایه به منظور رشد بهینه کافی نبوده است. گزارش شده است که بره‌های مصرف کننده مقدار ۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم روی از منبع روی متیونین (علاوه بر جیره پایه حاوی ۳۳ میلی‌گرم در کیلوگرم روی) افزایش وزن روزانه بیشتری نسبت به بره‌های مکمل شده با سولفات روی و گروه شاهد داشتند که دلیل این امر به افزایش قابلیت دسترسی روی از منابع آلی نسبت به معدنی نسبت داده شد (۱۱). همچنین علی‌عربی و همکاران (۱) با افزودن مکمل روی به میزان ۲۰ و ۴۰ میلی‌گرم در کیلوگرم به جیره پایه حاوی ۲۲/۴۷ میلی‌گرم روی در کیلوگرم ماده خشک، بهبود در افزایش وزن روزانه و بازده تبدیل خوراک را گزارش نمودند که همسو با نتایج حاضر است. بر اساس جداول انجمن ملی تحقیقات (۲۶ و ۲۷) نیاز توصیه شده به عنصر روی در بره‌های با وزن ۳۰ تا ۵۰ کیلوگرم برای افزایش وزن روزانه حدود ۲۵۰ گرم در روز، بین مقادیر ۲۸ تا ۴۹ میلی‌گرم در روز (میانگین ۳۸/۵) می‌باشد. این در حالی است که بره‌های گروه شاهد بطور میانگین در حدود ۲۸ میلی‌گرم روی در هر روز دریافت کرده‌اند که از مقدار توصیه شده کمتر بوده و احتمالا بر عملکرد رشد حیوان تاثیر منفی داشته است. از طرفی مکمل نمودن روی به میزان ۳۰ میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک، مصرف روزانه این عنصر را به حدود ۷۵ میلی‌گرم در روز افزایش داده که بالاتر از توصیه NRC بوده و از این طریق بر عملکرد موثر واقع شده است. این امر به این معنا نیست که بره‌های در حال رشد برای عنصر روی، نیاز بالاتری نسبت به توصیه NRC دارند، بلکه نشان می‌دهد که مقدار ۲۸ میلی‌گرم روی در روز، نیاز بره‌های حاضر را تامین نکرده است. همچنین تأییدی بر این تئوری است که میزان نیاز بهینه هر دام به عناصر ریز مغذی مانند مواد معدنی حتی برای هر دام در هر شرایطی ممکن است متفاوت باشد (۱۹). همچنین نشان می‌دهد که جداول استاندارد غذایی در مورد مواد ریز مغذی سطح بهینه را نشان نداده، بلکه حداقل مقادیر مورد نیاز را توصیه می‌کنند. از طرفی، با دریافت روزانه مقدار ۷۵ میلی‌گرم روی در کیلوگرم، تفاوتی بین روی متیونین، روی پروتئینات، روی گلایسین و سولفات روی وجود نداشت که در تطابق با نتایج رایت و اسپیرز (۴۵) در گوساله‌های دریافت کننده مقدار ۲۰ میلی‌گرم روی از منابع سولفات روی و روی پروتئینات (علاوه بر جیره پایه حاوی ۲۸ میلی‌گرم در کیلوگرم روی) می‌باشد.

با توجه به اینکه بره‌های تغذیه شده با جیره پایه، روی را کمتر از نیاز دریافت کرده‌اند (۲۷) و اثر کمبود این عنصر بر اشتها (۴۱)، کاهش مصرف خوراک مشاهده شده در این گروه قابل توجیه می‌باشد. بیشتر گزارشات در دسترس به عدم تاثیر افزودن مکمل روی به جیره بر مصرف خوراک در دام‌های مختلف اشاره داشته است (۱۵، ۲۱، ۲۳ و ۴۳). با استفاده از مکمل روی به صورت روی پروتئینات و سولفات روی در تحقیق علی‌عربی و همکاران (۱) در بره‌های پرواری و ماندال و همکاران (۲۳) در گوساله‌های نر، که به ترتیب جیره پایه تحقیق آنها حاوی ۲۲/۴۷ و ۳۲/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم روی بود، تفاوتی در مصرف خوراک مشاهده نشد که این امر را می‌توان به بالاتر بودن مقدار این عنصر در جیره پایه دام‌های مورد آزمایش این محققین نسبت به تحقیق حاضر (۱۹/۷۲ میلی‌گرم در کیلوگرم) نسبت داد. با

این حال در تایید نتایج حاضر، گارج و همکاران (۱۱) و ملاکی و همکاران (۲۲)، بهبود در مصرف اختیاری خوراک برهها را به ترتیب با استفاده از روی متیونین و روی پروتئینات نسبت به گروه شاهد و گروه مکمل شده با سولفات روی گزارش نمودند.

در تحقیق حاضر بهبود در ضریب تبدیل خوراک برههای دریافت کننده ۳۰ میلی‌گرم روی به صورت مکمل‌های آلی و معدنی نسبت به گروه شاهد و عدم تفاوت معنی‌دار بین انواع مکمل‌های استفاده شده در تطابق با نتایج فدایی‌فر و همکاران (۱۰) می‌باشد. اگرچه پیش از این گارج و همکاران (۱۱) گزارش نمودند که تنها استفاده از روی متیونین در جیره برهها در مقایسه با گروه مصرف کننده سولفات روی و گروه شاهد با بهبود در ضریب تبدیل خوراک همراه بوده است. در مقابل، اسپیرز و همکاران (۴۰) و ماندال و همکاران (۲۳) در گوسالههای در حال رشد به ترتیب با استفاده از ۲۵ و ۳۵ میلی‌گرم در کیلوگرم روی، تفاوتی را در ضریب تبدیل خوراک گزارش نکردند.

جدول ۲- اثر افزودن روی بر عملکرد برهها در تیمارهای مختلف[۱]

Table 2- Effect of zinc supplementation on performance of lambs in different treatments[1]

فراسنجه ها Parameters	تیمارها[۲] Treatments[2]					SEM[3]	P-value
	Ctrl	ZnM	ZnP	ZnG	ZnS		
وزن اولیه Initial Body Weight (kg)	30.23	31.22	30.83	30.80	31.05	0.737	0.893
وزن نهایی Final Body Weight (kg)	42.90^{b}	46.27^{a}	45.97^{a}	45.18^{ab}	45.70^{ab}	0.972	0.083
افزایش وزن روزانه Average Daily Gain (gr)	181^{b}	216^{a}	215^{a}	205^{a}	209^{a}	5.344	0.001
ماده خشک مصرفی روزانه Average Daily Feed Intake (gr)	1440^{b}	1520^{a}	1532^{a}	1499^{a}	1517^{a}	17.356	0.008
ضریب تبدیل Feed Conversion Ratio	8.01^{a}	7.08^{b}	7.10^{a}	7.31^{a}	7.26^{a}	0.173	0.004

[۱] حروف متفاوت در هر ردیف از هر بخش نشان دهنده اختلاف آماری معنی‌دار (P<۰/۰۵) می‌باشد.

[۲] Ctrl: شاهد؛ ZnM: روی متیونین؛ ZnP: روی پروتئینات؛ ZnG: روی گلایسین؛ ZnS: روی سولفات.

[1]Means with different superscript letters in rows are significantly different (p<0.05).

[2]Ctrl: Control; ZnM: Zinc methionine; ZnP: Zinc proteinate; ZnG: Zinc Glycinate; ZnS; Zinc sulfate.

[3]SEM: Standard error of the mean.

افزودن مکمل روی به میزان ۳۰ میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک سبب افزایش معنی‌دار (P<۰/۰۵) غلظت روی پلاسما در گروه‌های دریافت کننده مکمل روی نسبت به گروه شاهد شد (جدول ۳). اما در بین تیمارهای دریافت کننده مکمل روی اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده نشد. نتایج تحقیق حاضر با نتایج تحقیقات فدایی-فر و همکاران (۱۰)، مبنی بر افزایش غلظت روی پلاسما با افزودن مکمل آلی و معدنی این عنصر (روی پروتئینات و سولفات روی) از طریق خوراک در مقادیر ۲۰ و ۴۰ میلی‌گرم در کیلوگرم به جیره پایه حاوی مقدار حدود ۲۲/۵۰ میلی‌گرم روی در کیلوگرم ماده خشک، مطابقت دارد. غلظت روی پلاسما در نشخوارکنندگان در دامنه ۰/۸ تا ۱/۴ میلی‌گرم در لیتر قرار دارد (۴۱)، که دادههای حاصل از آزمایش حاضر نیز در این دامنه می‌باشد. ظرفیت ذخیره روی در بدن ضعیف بوده (۲۵) و نیاز است که این عنصر به طور مداوم از طریق جیره تأمین شود. در تحقیق حاضر نیز غلظت روی در گروه شاهد نزدیک به مقدار حداقل بوده و به نظر می‌رسد که افزایش مشاهده شده در غلظت روی پلاسما در گروههای دریافت کننده مکمل نسبت به گروه شاهد، نشان دهنده ناکافی بودن مقدار روی جیره پایه مصرف شده توسط دامها بوده و مصرف مکمل حاوی روی در این مسیر مؤثر واقع شده است. در مقابل، ماندال و همکاران (۲۳) گزارش دادند که تفاوت معنی‌داری در غلظت روی سرم گوسالههایی که ۳۵ میلی‌گرم در کیلوگرم روی به صورت روی پروپیونات با جیره‌ی حاوی ۳۲/۵ میلی-گرم در کیلوگرم روی دریافت کردند، وجود نداشت. این اختلاف می-تواند بدلیل بالاتر بودن روی جیره‌ی پایه در پژوهش این محققین نسبت به تحقیق حاضر، وضعیت قبلی روی در بدن دامها، نوع مکمل

استفاده شده و اثر سیستم هموستازی بدن در جلوگیری از افزایش جذب روی خورده شده باشد (۱). در بین تیمارهای دریافت کننده روی، تفاوتی از نظر اثر نوع مکمل (آلی و معدنی) بر غلظت روی در پلاسمای خون برهها وجود نداشت که همسو با نتایج گزارش شده توسط محققینی از قبیل ماندال و همکاران (۲۳) به صورت روی پروتئینات در گوساله و سلاما و همکاران (۳۲) به صورت روی متیونین در بزهای شیری بود. از طرفی گارج و همکاران (۱۱) طی یک دوره ۱۵۰ روزه با مکمل نمودن جیره پایه (حاوی ۳۴ میلی‌گرم در کیلوگرم روی) با مقدار ۲۰ میلی‌گرم روی به صورت روی متیونین و سولفات روی، افزایش غلظت روی پلاسمای خون برهها را با استفاده از روی متیونین نسبت به سولفات روی گزارش نموده و دلیل آن را به بالاتر بودن زیست فراهمی منابع آلی نسبت به منابع معدنی نسبت دادند. بالاتر بودن سطح روی مصرف شده و مدت زمان بیشتر آن تحقیق نسبت به تحقیق حاضر را می‌توان به عنوان دلیل احتمالی این تفاوت در نظر گرفت.

جدول ۳- اثر افزودن روی بر پروفیل مواد معدنی خون برهها در تیمارهای مختلف[۱]

Table 3- Effect of zinc supplementation on blood mineral profile of lambs in different treatments[1]

فراسنجه‌ها Parameters	تیمارها[۲] Treatments[2]					SEM[3]	تیمارها Treatments		
	Ctrl	ZnM	ZnP	ZnG	ZnS		Treatment	Time	Treatment × Time
روی پلاسما Zn (mg/L)	0.91[b]	1.31[a]	1.26[a]	1.28[a]	1.30[a]	0.074	0.003	0.014	0.065
مس پلاسما Cu (mg/L)	1.02	1.04	1.03	1.03	1.05	0.044	0.991	0.708	0.992
آهن پلاسما Fe (mg/L)	1.91[a]	1.87[ab]	1.85[ab]	1.87[ab]	1.78[b]	0.036	0.048	0.171	0.968
کلسیم سرم Ca (mg/dL)	8.72	9.36	9.29	9.13	9.33	0.228	0.289	0.271	0.858
فسفر سرم P (mg/dL)	7.98	7.99	7.75	7.89	7.95	0.129	0.662	0.271	0.964

[۱] حروف متفاوت در هر ردیف از هر بخش نشان دهنده اختلاف آماری معنی‌دار (P<۰/۰۵) می‌باشد.

[۲] Ctrl: شاهد؛ ZnM: روی متیونین؛ ZnP: روی پروتئینات؛ ZnG: روی گلایسین؛ ZnS: روی سولفات.

[1]Means with different superscript letters in rows are significantly different (p<0.05).

[2]Ctrl: Control; ZnM: Zinc methionine; ZnP: Zinc proteinate; ZnG: Zinc Glycinate; ZnS; Zinc sulfate.

[3]SEM: Standard error of the mean.

بر اساس جدول ۳، افزودن روی در مقدار حاضر (۳۰ میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک) چه از منابع آلی و چه از منبع معدنی اثری بر غلظت مس پلاسما نداشت. غلظت مس پلاسمای خون گوسفند در دامنه ۰/۸ تا ۱/۵ میلی‌گرم در لیتر قرار دارد (۲۷) که در تحقیق حاضر نیز در این محدوده است و با توجه به غلظت مس در جیره پایه (۷/۹۳ میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک) که در دامنه توصیه شده توسط انجمن ملی تحقیقات (۲۶) قرار دارد (۷ تا ۱۱ میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک)، قابل توجیه می‌باشد. در تایید نتایج ما، در تحقیق ماندال و همکاران (۲۳) تفاوت معنی‌داری در غلظت مس پلاسمای گوساله‌هایی که ۳۵ میلی‌گرم در کیلوگرم روی به صورت سولفات روی و روی پروپیونات مصرف کردند وجود نداشت. فدایی‌فر و همکاران (۱۰) نیز تفاوت معنی‌داری را در برههای دریافت کننده روی به میزان ۲۰ و ۴۰ میلی‌گرم در کیلوگرم از منبع روی پروتئینات و سولفات روی مشاهده نکردند. با این حال آتیا و همکاران (۵) دریافتند که غلظت مس سرم در گوساله‌های گاومیش که مقدار ۲۵۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم روی به صورت اکسید روی دریافت کردند، کاهش پیدا کرد که می‌تواند بدلیل بالاتر بودن مقدار روی دریافت شده و اثر آنتاگونیستی روی با مس باشد. زیرا به نظر می‌رسد که سطوح بالای روی در جیره غذایی سبب تحریک سنتز متالوتیونین شده و این پروتئین در سلول‌های انتروسیت روده به علت میل ترکیبی شدید به روی و مس مانع جذب هم روی و هم مس می‌شود که البته میل ترکیب با مس بیشتر است (۲۰).

غلظت آهن پلاسمای خون برههای مورد آزمایش تحت تاثیر تیمارها قرار گرفت (جدول ۳). کمترین غلظت آهن خون (۱/۷۸

میلی‌گرم در لیتر) در گروه دریافت کننده روی بصورت سولفات بود که اختلاف معنی‌داری با گروه شاهد (۱/۹۱ میلی‌گرم در لیتر) داشت (P<۰/۰۵). این در حالی است که غلظت پلاسمایی این عنصر برای گروه‌های مصرف کننده روی متیونین، روی پروتئینات و روی گلایسینات به ترتیب ۱/۸۷، ۱/۸۵ و ۱/۸۷ بود. پایین‌تر بودن مقادیر آهن در گروه‌های دریافت کننده مکمل نسبت به شاهد را می‌توان به اثر رقابتی روی و عناصر دو ظرفیتی از جمله آهن (Fe^{2+}) به هنگام جذب نسبت داد (۱۳). از طرفی بالاتر بودن غلظت آهن در گروه‌های دریافت کننده مکمل آلی نسبت به گروه دریافت کننده مکمل معدنی را می‌توان ناشی از متابولیسم متفاوت مکمل های آلی و معدنی و به ویژه تداخل کمتر روی از منبع آلی در جذب سایر عناصر از جمله آهن دانست. گارج و همکاران (۱۱) گزارش نمودند که با افزودن ۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم روی به صورت سولفات روی یا روی متیونین به جیره پایه حاوی ۳۴ میلی‌گرم در کیلوگرم روی در بره‌های در حال رشد، غلظت آهن سرم به طور معنی‌داری کاهش پیدا کرد، که می‌تواند تأییدی بر نتایج مطالعه حاضر باشد. لازم به ذکر است در تحقیق گارج و همکاران (۱۱) استفاده از مکمل آلی به شکل روی متیونین نیز با کاهش غلظت آهن سرم خون همراه بود و همسو با اثر روی متیونین در تحقیق حاضر نیست، اما این تفاوت را می‌توان به غلظت بالاتر روی در جیره پایه آنها (۳۴ میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک) نسبت به این تحقیق (۱۹/۷۲ میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک) نسبت داد. همچنین ویپرینگ و همکاران (۴۴) نشان دادند که استفاده از مکمل روی در تغذیه کودکان به مدت طولانی سبب کاهش غلظت آهن در خون آنها می‌شود. با این وجود فدایی‌فر و همکاران (۱۰)، جیا و همکاران (۱۵) و ماندال و همکاران (۲۳) با مصرف مکمل روی معدنی و آلی در سطوح خوراکی به ترتیب در بره، بز و گوساله‌های پرواری تاثیری بر غلظت آهن پلاسما گزارش نکردند.

اختلاف آماری معنی‌داری از نظر غلظت کلسیم و فسفر سرم در بین تیمارها مشاهده نشد. غلظت کلسیم سرمدر نشخوارکنندگان در دامنه ۹۰ تا ۱۲۰ میلی‌گرم در لیتر و غلظت فسفر در دامنه ۶۱ تا ۹۲ میلی‌گرم در لیتر قرار دارد (۴۱) که با داده‌های به دست آمده مطابقت دارد. همسو با نتایج حاضر، گارج و همکاران (۱۱) و فدایی‌فر و همکاران (۱۰) نیز در تحقیقات خود به ترتیب در گوساله‌ها و بره‌های پرواری، تفاوت معنی‌داری در غلظت کلسیم و فسفر سرم خون با افزودن روی به صورت سولفات روی، روی متیونین و روی پروتئینات مشاهده نکردند. هرچند، داقاش و موسی (۷) کاهش معنی‌دار غلظت کلسیم سرم گاو میش‌های دریافت کننده مقادیر بالاتر از مقادیر روی در تحقیق حاضر (۵۰ و ۱۰۰ میلی گرم در کیلوگرم خوراک) را گزارش نمودند.

افزودن روی به میزان ۳۰ میلی‌گرم در کیلوگرم از هر دو منبع آلی و معدنی به جیره بره‌های آزمایش حاضر، افزایش در فراسنجه‌های هماتولوژی شامل تعداد گلبول‌های قرمز (P<۰/۰۱)، تعداد گلبول‌های سفید (P<۰/۰۱)، غلظت هموگلوبین (P<۰/۰۱) و درصد هماتوکریت (P<۰/۰۵) را به همراه داشت (جدول ۴). اما تفاوت آماری معنی‌داری بین نوع منبع در این فراسنجه‌ها مشاهده نشد.

جدول ٤- اثر افزودن روی بر فراسنجه‌های هماتولوژی بره‌ها در تیمارهای مختلف[۱]

Table 4- Effect of zinc supplementation on hematological parameters of lambs in different treatments[1]

فراسنجه ها Parameters	تیمارها[۲] Treatments[2]					SEM[3]	تیمارها Treatments		
	Ctrl	ZnM	ZnP	ZnG	ZnS		Treatment	Time	Treatment × Time
تعداد گلبول های قرمز RBC (10^{12}/L)	9.16^b	9.66^a	9.37^a	9.54^a	9.48^a	0.088	0.004	0.588	0.273
غلظت هموگلوبین Hb (gr/dL)	10.60^b	11.06^a	11.01^a	11.04^a	10.95^a	0.107	0.031	0.103	0.375
تعداد گلبول های سفید WBC (10^9/L)	7.68^b	8.42^a	8.46^a	8.56^a	8.61^a	0.235	0.006	0.994	0.915
هماتوکریت HCT (%)	38.53	40.41	40.04	40.09	40.97	0.787	0.290	0.684	0.583

[۱] حروف متفاوت در هر ردیف از هر بخش نشان دهنده اختلاف آماری معنی‌دار (P<۰/۰۵) می‌باشد.

[۲] Ctrl: شاهد؛ ZnM: روی متیونین؛ ZnP: روی پروتئینات؛ ZnG: روی گلایسین؛ ZnS: روی سولفات.

[1] Means with different superscript letters in rows are significantly different (p<0.05).

[2] Ctrl: Control; ZnM: Zinc methionine; ZnP: Zinc proteinate; ZnG: Zinc Glycinate; ZnS; Zinc sulfate.

[3] SEM: Standard error of the mean.

بر اساس منابع در دسترس (۱۴ و ۲۸)، محدوده نرمال تعداد گلبول‌های قرمز خون گوسفند از ۹ تا ۱۵ (^{۱۲}۱۰× در هر لیتر خون)، تعداد گلبول‌های سفید ۴ تا ۱۲ (^{۹}۱۰× در هر لیتر خون)، غلظت هموگلوبین ۹ تا ۱۵ (گرم در دسی‌لیتر) و درصد هماتوکریت ۲۷ تا ۴۵ (درصد) می‌باشد که داده‌های بدست آمده در تحقیق حاضر نیز در این دامنه قرار دارند. مشخص شده است که عنصر روی با تاثیر بر سنتز و فعالیت آنزیم لوولینیک اسید دهیدراز که یکی از آنزیم های مؤثر در مسیر تولید هموگلوبین است، در سنتز این مولکول نقش دارد (۱۲). همچنین کمبود عنصر روی، باعث حساسیت غشاء به آسیب اکسیداتیو و به دنبال آن شکنندگی گلبول‌های قرمز خون می‌شود (۹ و ۱۸). اگر چه مشخص شده است که در حیوانات مواجه با کمبود آهن جذب روده‌ای و توزیع بافتی روی افزایش می یابد (۱۲) اما با توجه به اینکه غلظت آهن در جیره پایه تحقیق حاضر در سطح نیاز توصیه شده قرار دارد (۲۴ و ۲۵)، می‌توان چنین نتیجه‌گیری نمود که اختلاف معنی‌دار بین گروه شاهد و تیمارهای دریافت کننده روی از نظر تعداد گلبول‌های قرمز و غلظت هموگلوبین، ناشی از کمبود دریافت روی در گروه شاهد می‌باشد. همسو با نتایج حاضر، روپیک و همکاران (۳۱) با انجام تحقیقی در خوک‌های پرواری با استفاده از مقدار ۸۴/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم روی به صورت سولفات روی، بیان نمودند که غلظت هموگلوبین، تعداد گلبول‌های قرمز و درصد هماتوکریت به طور معنی‌داری افزایش یافت. با این وجود در تحقیق علی‌عربی و همکاران (۱) در بره‌های پرواری، با استفاده از سولفات روی و روی پروتئینات به مقدار ۲۰ و ۴۰ میلی‌گرم در کیلوگرم روی به همراه جیره پایه حاوی مقدار ۲۲/۴۷ میلی‌گرم در کیلوگرم روی، چنین اثر معنی‌داری مشاهده نشد. اختلاف مشاهده شده را می‌توان به کمتر بودن غلظت جیره پایه در تحقیق حاضر نسبت داد. اثر نوع مکمل بر تعداد گلبول‌های قرمز و غلظت هموگلوبین خون معنی‌دار نبود. چاوان و همکاران (۶) نیز در بزغاله‌های در حال رشد (با سن ۳-۴ ماه) و دریافت کننده مقدار ۴۰ میلی‌گرم در کیلوگرم روی به صورت سولفات روی و متیونین روی، تفاوتی در میزان هموگلوبین در گروه شاهد با سولفات روی مشاهد نکردند. اگرچه افزایش غلظت گلبول‌های سفید خون به بالاتر از سطح نرمال، می‌تواند نشانگر وجود تنش زیستی در بدن باشد (۱۴ و ۲۸) اما با توجه به اینکه مقدار گلبول‌های سفید خون در همه تیمارها در محدوده نرمال قرار دارد (۲۸)، می‌توان اینگونه بیان نمود که مکمل نمودن روی به جیره پایه سبب افزایش تعداد گلبول‌های سفید خون نسبت به گروه شاهد شده که احتمالا به نقش این عنصر در نرخ تقسیم سلولی گلبول‌های سفید (۳۰) و وظیفه آنتی اکسیدانی روی در محافظت از آنها و به ویژه لنفوسیت‌ها مرتبط باشد (۳۸). در همین راستا علی‌عربی و همکاران (۱) نیز افزایش تعداد گلبول‌های سفید و لنفوسیت‌ها را در نتیجه افزودن روی به جیره بره‌های پرواری، گزارش نمودند. بنابراین به نظر می‌رسد مقدار روی موجود در جیره پایه مورد استفاده در این تحقیق برای تولید و حفظ سلول‌های خونی و هموگلوبین ناکافی بوده و افزودن ۳۰ میلی‌گرم در کیلوگرم روی از منبع آلی یا معدنی موجب بهبود وضعیت این فراسنجه‌ها شده است.

اگرچه پژوهش‌های متعددی در انسان و برخی حیوانات به بررسی اثر مفید عنصر روی در بهبود متابولیسم چربی شامل کاهش کلسترول، LDL و تری‌گلیسرید و افزایش غلظت HDL در خون پرداخته‌اند، اما تحقیقات چندانی در مورد نشخوارکنندگان در دسترس نیست. با توجه به جدول ۵، افزودن مکمل‌های آلی و معدنی روی به جیره بره‌های پرواری تاثیر معنی‌داری بر غلظت تری‌گلیسرید، کلسترول، HDL، LDL و VLDL سرم نداشت. همسو با نتایج حاضر، سبحانی‌راد و همکاران (۳۴) گزارش نمودند که مکمل‌سازی جیره پایه (حاوی ۳۳ میلی‌گرم در کیلوگرم روی) در بره‌های بلوچی با مقادیر ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم روی، تاثیر معنی‌داری بر غلظت کلسترول و تری‌گلیسیرید سرم نداشت. نتیجه مشابهی نیز در جوجه‌های گوشتی با استفاده از مقادیر ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم روی، به شکل اکسید روی گزارش شده است (۱۵). اگرچه ال‌هندی و همکاران (۸) مشاهده کردند که القای کمبود روی در موش‌های آزمایشگاهی با افزایش غلظت کلسترول و تری‌گلیسیرید سرم خون همراه شد. همچنین وو و سان (۴۶) بیان نمودند که کمبود روی در موش سبب کاهش مصرف خوراک و کاهش جذب لیپیدها شده و به دنبال آن غلظت کلسترول، تری گلیسیرید و لیپوپروتئین‌های خون را کاهش می‌دهد. بر این اساس می‌توان گفت که مقدار روی در جیره پایه به اندازه‌ای کم نبوده که بتواند تاثیری بر فراسنجه‌های چربی القا کند.

نتیجه‌گیری کلی

بطور کلی نتایج تحقیق حاضر بهبود در وضعیت روی، شاخص-های رشد، خوراک مصرفی و هماتولوژی را در بره‌های پرواری مکمل شده با مقدار ۳۰ میلی‌گرم روی در کیلوگرم ماده خشک، نشان داد. اما تفاوتی در فراسنجه‌های لیپیدی مشاهده نشد. همچنین از نظر نوع منبع، تفاوت معنی‌داری بین منابع آلی (روی متیونین، روی پروتئینات و روی گلیسینات) و منبع معدنی (سولفات روی)، وجود نداشت. با این وجود غلظت آهن پلاسما در بره‌های مصرف کننده سولفات روی نسبت به گروه شاهد با کاهش همراه بود.

جدول ۵- اثر افزودن روی بر فراسنجه‌های لیپیدی سرم خون بره‌ها در تیمارهای مختلف[۱]

Table 5- Effect of zinc supplementation on serum lipid parameters of lambs in different treatments[1]

تیمارها Treatments / فراسنجه ها Parameters	تیمارها[۲] Treatments[2]					SEM[3]	تیمارها Treatments		
	Ctrl	ZnM	ZnP	ZnG	ZnS		Treatment	Time	Treatment × Time
تریگلیسرید TG (mg/dl)	25.61	25.26	24.49	25.19	26.14	0.529	0.291	0.117	0.173
کلسترول CHOL (mg/dl)	53.30	53.99	53.59	53.32	54.64	0.686	0.621	0.217	0.906
لیپوپروتئین های با چگالی زیاد HDL (mg/dl)	36.25	36.69	37.74	35.67	37.85	0.750	0.208	0.553	0.678
لیپوپروتئین های با چگالی کم LDL (mg/dl)	11.92	12.25	10.94	12.62	11.56	0.532	0.245	0.273	0.667
لیپوپروتئین های با چگالی خیلی کم VLDL (mg/dl)	5.12	5.05	4.90	5.04	5.23	0.105	0.291	0.117	0.173

[۱] حروف متفاوت در هر ردیف از هر بخش نشان دهنده اختلاف آماری معنی‌دار (P<۰/۰۵) می‌باشد.

[۲] Ctrl: شاهد؛ ZnM: روی متیونین؛ ZnP: روی پروتئینات؛ ZnG: روی گلایسین؛ ZnS: روی سولفات.

[1]Means with different superscript letters in rows are significantly different (p<0.05).

[2]Ctrl: Control; ZnM: Zinc methionine; ZnP: Zinc proteinate; ZnG: Zinc Glycinate; ZnS; Zinc sulfate.

[3]SEM: Standard error of the mean.

منابع

1- Aliarabi, H., A. Fadayifar, M. M. Tabatabaei, P. Zamani, A. A. Bahari, A. Farahavar, and A. H. Dezfoulian. 2015. Effect of Zinc Source on Hematological, Metabolic Parameters and Mineral Balance in Lambs. Biological Trace Element Research, 168 (1): 82-90.

2- Alloway, B. J. 2004. Zinc in soils and crop nutrition. IZA Publications, International Zinc Association, Brussels, 1-116.

3- AOAC. 2012. Official Method of Analysis. AOAC International, Gaithersburg, MD.

4- Association of American Feed Control Officials (AAFCO). 2010. Official Publication of the Association of American Feed Control Officials Incorporated. St. Louis. MO.

5- Attia, A. N., S. A. Awadalla, E. Y. Esmail and M. M. Hady. 1987. Role of some microelements in nutrition of water buffalo and its relation to production. 2. Effect of zinc supplementation. Assiut Veterinary Medical Journal, 18: 91-100.

6- Chavan, S. J., V. Dildeep, K. S. Bhamare, C. Ravishankar, V. Babitha, and C. Sunanda. 2016. The effect of organic and inorganic zinc supplementation on blood haemoglobin and serum cortisol concentration in malabari goat kids. International Journal of Science and Nature, 7 (3): 611-613.

7- Daghash, H. A., and S. M. Mousa. 1999. Zinc sulfate supplementation to ruminant rations and its effects on digestibility in lamb; growth, rectal temperature and some blood constituents in buffalo calves under heat stress. Assiut Veterinary Medical Journal, 40: 128-146.

8- El-Hendy, H. A., M. I. Yousef, and N. I. Abo El-Naga. 2001. Effect of dietary zinc deficiency on hematological and biochemical parameters and concentrations of zinc, copper, and iron in growing rats. Toxicology, 167 (2): 163-170.

9- Eze, J. I., L. C. Ayogu, F. O. Abonyi, and U. U. Eze. 2015. The beneficial effect of dietary zinc supplementation on anaemia and immunosuppression in Trypanosoma brucei infected rats. Experimental Parasitology, 154: 87-92.
10- Fadayifar, A., H. Aliarabi, M. M. Tabatabaei, P. Zamani, A. A. Bahari, M. Malecki, and A. H. Dezfoulian. 2012. Improvement in lamb performance on barley based diet supplemented with zinc. Livestock Science, 144: 285-289.
11- Garg, A. K., and R. S. Vishal-Mudgal. 2008. Effect of organic zinc supplementation on growth, nutrient utilization and mineral profile in lambs. Animal Feed Science and Technology, 144: 82–96.
12- Garnica, A. D. 1981. Trace metals and hemoglobin metabolism. Annals of Clinical and Laboratory Science. 11: 220–8.
13- Gropper, S. S., J. L. Smith, and J. L. Groff. 2009. Advanced nutrition and human metabolism. Cengage Learning, 5th edition, Wadsworth, Belmont, CA, 417-428.
14- Jain, N. C. 1986. Schalm's veterinary hematology. 4th ed. Philadelphia: Lea and Febinger, 178: 208-225.
15- Jia, W., Z. h. Xiaoping, Z. h. Wei, C. h. Jianbo, G. Cuihua, and J. Zhihai. 2009. Effects of Source of Supplemental Zinc on Performance, Nutrient Digestibility and Plasma Mineral Profile in Cashmere Goats. Asian-Australian Journal of Animal Science. 22 (12): 1648-1653.
16- Karamuz, H., H. Agdam-Shariyar, A. Gorbani, N. Maheri-Sis, and J. G. Ghaleh-kandi. 2010. Effect of zinc oxide supplementation on some serume biochemical values in male broilers. Global Veterinaria, 4 (2): 108-111.
17- King, L. E., and P. J. Fraker. 1991. Flow cytometric analysis of the phenotypic distribution of splenic lymphocytes in zinc-deficient adult mice. Journal of Nutrition, 121 (9): 1433-1438.
18- Kraus, A., H. P. Roth, and M. Kirchgessner. 1997. Supplementation with vitamin C, vitamin E or beta-carotene influences osmotic fragility and oxidative damage of erythrocytes of zinc-deficient rats. Journal of Nutrition, 127 (7): 1290-1296.
19- Krul, L., B. H. A. Kremer, N. B. L. Luijckx, and W. R. Leeman. 2017. Quantifiable risk–benefit assessment of micronutrients: From theory to practice. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 57 (17): 3729-3746.
20- Lopez-Alonso, M., F. Prieto, M. Miranda, C. Castillo, J. Hernandez, and J. L. Benedito. 2005. The role of metallothionein and zinc in hepatic copper accumulation in cattle. The Veterinary Journal, 169: 262-267.
21- Malcolm-Callis, K. J., G. C. Duff, S. A. Gunter, E. B. Kegley, and D. A. Vermeire. 2000. Effects of supplemental zinc concentration and source on performance, carcass characteristics, and serum values in finishing beef steers. Journal of Animal Science, 78: 2801-2808.
22- Mallaki, M., M. A. Norouzian, and A. A. Khadem. 2015. Effect of organic zinc supplementation on growth, nutrient utilization, and plasma zinc status in lambs. Turkish Journal of Veterinary and Animal Science, 39: 75-80.
23- Mandal, G. P., R. S. Dass, D. P. Isore, A. K. Garg, and G. C. Ram. 2007. Effect of zinc supplementation from two sources on growth, nutrient utilization and immune response in male crossbred cattle (Bos indicus×Bos taurus) bulls. Animal Feed Science Technology, 138: 1-12.
24- McDowell, L. R. 2003. Minerals in animal and human nutrition. 2nd ed. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands, 557-601.
25- Miller, W. J. 1970. Zinc nutrition of cattle: A review. Journal of Dairy Science. 53: 1123-1135.
26- NRC. 1985. Nutrient Requirements of Sheep (5th ed). National Academy of Sciences, Washington, DC.
27- NRC. 2007. Nutrient requirements of small ruminants. National Academy press, Washington, DC.
28- Radostits, O. M, C. C. Gay, K. W. Hinchcliff, and P. D. Constable. 2007. Veterinary medicine textbook of the diseases of cattle, horses, sheep, pigs and goats. 10 ed., W. B. Saunders. 453-2050.
29- Rimbach, G., A. Walter, E. Most, and J. Pallauf. 1998. Effect of microbial phytase on zinc bioavailability and cadmium and lead accumulation in growing rats. Food and Chemical Toxicology. 36: 7-12.
30- Rink, L., and H. Kirchner. 2000. Zinc altered immune function and cytokine production. Journal of Nutrition, 130 (5): 1407-1411.
31- Rupic, V., L. Ivandija. S. Luterotti, M. Dominis-Kramaric, and R. Bozac. 1998. Plasma proteins and haematological parameter in fattening pigs fed different source of dietary zinc. Acta Veterinaria Hungarica, 46: 111-126.
32- Salama, A. A. K., G. Cajat, E. Albanell, X. Such, and R. Casals. 2003. Effects of dietary supplements of zinc-methionine on milk production, udder health and zinc metabolism in dairy goats. Journal of Dairy Research, 70: 9-17.
33- SAS Institute. 2004. User's Guide. Version 9.1: Statistics. SAS Institute, Cary, NC.

34- Sobhanirad, S., M. H. Mashhadi, and R. B. Kashani. 2014. Effects of source and level of zinc on haematological and biochemical parameters in Baluchi lambs. Research Opinions in Animal and Veterinary Sciences, 4 (7): 389-393.
35- Spears, J. W. 1989. Zinc methionine for ruminants: Relative bioavailability of zinc in lambs and effects on growth and performance of growing heifers. Journal of Animal Science, 67: 835-843.
36- Spears, J. W. 1996. Organic trace minerals in ruminant nutrition. Animal Feed Science and Technology, 58: 151-163.
37- Spears, J. W. 2003. Trace mineral bioavailability in ruminants. Journal of Nutrition, 133: 1506-1509.
38- Spears, J. W., and W. P. Weiss. 2008. Role of antioxidants and trace elements in health and immunity of transition dairy cows. The Veterinary Journal, 176: 70-76.
39- Spears, J. W., P. Schlegel, M. C. Seal, and K. E. Lloyd. 2004. Bioavailability of zinc from zinc sulfate and different organic zinc sources and their effects on ruminal volatile fatty acid proportions. Livestock Production Science, 90: 211-217.
40- Spears, J. W., R. Harvey., and T. Brown. 1991. Effects of zinc methionine and zinc oxide on performance, blood characteristics, and antibody titer response to viral vaccination in stressed feeder calves. Journal of American Veterinary Medical Association, 199: 1731.
41- Suttle N. F. 2010. Mineral Nutrition of Livestock. 4th ed. CABI Publishing, New York.
42- Vansoest, P. J., J. B. Robertson, and B. A. Lewis. 1991. Methods of dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science, 74: 3583-3587.
43- Wang, R. L., J. G. Liang, L. Lu, L. Y. Zhang, S. F. Li, and X. G. Luo. 2013. Effect of zinc source on performance, zinc status, immune response and rumen fermentation of lactating cows. Biological Trace Element Research, 152(1): 16-24.
44- Wieringa, F. T., J. Berger, M. A. Dijkhuizen, A. Hidayat, N. X. Ninh, B. Utomo, E. Wasantwisut, and P. Winichagoon. 2007. Combined iron and zinc supplementation in infants improved iron and zinc status, but interactions reduced efficacy in a multicountry trial in southeast Asia. Journal of Nutrition, 137 (2): 466-471.
45- Wright, C., and J. W. Spears. 2004. Effect of zinc source and dietary level on zinc metabolism in Holstein calves. Journal of Dairy Science, 87 (4): 1085-1091
46- Wu, Y., and Z. Sun. 2004. Effects of zinc and selenium on the disorders of blood glucose and lipid metabolism and its molecular mechanism in diabetic rats. Wei Sheng Yan Jiu, 33: 70-73.
47- Zhang, W., R. Wang, D. O. Kleemann, D. Lu, X. Zhu, C. Zhang, and Z. Jia. 2008. Effects of dietary copper on nutrient digestibility, growth performance and plasma copper status in cashmere goats. Small Ruminant Research. 74: 188-193.

Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 11, No. 2, Summer 2019, p. 151-163

نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد ۱۱، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۸، ص. ۱۶۳-۱۵۱

Effects of Organic and Inorganic Sources of Zinc on Performance and Some Blood Parameters of Fattening Lambs

R. Alimohamady[1] H. Aliarabi[2]*

Received: 04-11-2017
Accepted: 26-05-2018

Introduction The role of trace minerals in animal production is an area of strong interest for producers, feed manufactures, veterinarians and scientists. Zn (Zn) is one of the most important elements that has been recognized as an essential catalytic factor for more than 300 enzymes enzyme. Zinc also has an essential role in metabolism of nucleic acids, proteins, lipids, and carbohydrates. The National Research Council (1985 and 2007) recommended about 30 mg/kg zinc for ewes and growing lambs. However, the soil status and zinc concentration in native plants are also affected. In many regions of Iran, the Zn content of soil and plants is commonly low (less than 0.8 mg/kg). As a result, health and performance of animals reared on mainly homegrown roughage and grains may be affected as a consequence of nutritional deficiency. Recently, the use of organic sources of mineral supplements (complexes, chelates and proteinates) has increased. However, the results of organic and inorganic sources in ruminants are contradictory. Furthermore, few studies have investigated the effect of zinc on lipid parameters in ruminants. Therefore, the aim of the present study was to compare the effect of supplementation of 30 mg/kg Zn from the three organic sources and conventional inorganic source on performance, hematological parameters and mineral profile of Mehraban growing lambs.

Materials and Methods Thirty male lambs with 4-5 months of age and 30.8±2.8 kg average in weight randomly allotted to 5 groups. Treatments were: 1) Basal diet without zinc supplement (containing 19.72 mg/kg DM zinc); 2) Basal diet+30 mg/kg DM zinc as zinc methionine; 3) Basal diet +30 mg/kg DM zinc as zinc proteinate; 4) Basal diet +30 mg/kg DM zinc as zinc glycinate, and 5) Basal diet +30 mg/kg DM zinc as zinc sulfate. This trial lasted for 70 days. The dry matter intake, daily gain and feed conversion ratio were determined. Blood samples were taken on days 0, 35 and 70 before the morning meal. Chemical composition of experimental samples including (crude protein, neutral detergent fiber, acid detergent fiber, and dry matter) and blood parameters including (hematological, mineral and lipid profiles) were measured according to standard methods. This experiment was analyzed in a completely randomized design.

Results and Discussion Average daily gain and dry matter intake for all groups fed the supplement were significantly higher than control group and feed conversion ratio also improved ($P<0.01$). Lambs fed basal diet with no Zn supplement received lower Zn (19.72 mg Zn/kg) than their requirements and considering the effect of Zn on gene expression, protein synthesis, enzyme activity and immunity, it was expected to be decreased in performance of control group. Plasma concentrations of zinc and hemoglobin, red blood cells and white blood cells count significantly increased with zinc supplementation ($P<0.01$). The reason might be due to higher fragility of erythrocytes and the blockage of protein synthesis in control group. However, there were no significant differences between the supplemented treatments for these parameters ($P>0.05$). Due to inhibitory effect of inorganic zinc on iron absorption, plasma iron concentration in lambs receiving zinc sulfate significantly decreased compared to the control group ($P<0.05$). There was no difference among treatments ($P>0.05$) for plasma copper, calcium and phosphorus, triglyceride, cholesterol and lipoproteins (HDL, LDL and VLDL).

1- Ph.D graduated of ruminant nutrition, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina university, Hamedan, Iran,
2- Associate professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina university, Hamedan, Iran.
(*- Corresponding Author Email: h_aliarabi@yahoo.com)

Conclusion It may be concluded that 30 mg/kg DM zinc supplementation as zinc methionine, zinc proteinate, zinc glycinate and zinc sulfate improved growth performance, plasma zinc level and hematological parameters of fattening lambs fed basal diet containing 19.72 mg/kg DM zinc. There were no differences among treatments supplemented with organic sources of zinc. However, plasma iron concentration decreased significantly in lambs supplemented with zinc sulfate.

Keywords: Lamb, Zinc glycinate, Zinc methionine, Zinc proteinate, Zinc sulfate.